

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-232216

(43)Date of publication of application : 22.08.2000

(51)Int.Cl.

H01L 27/146

H04N 5/335

(21)Application number : 11-373998

(71)Applicant : EASTMAN KODAK CO

(22)Date of filing : 28.12.1999

(72)Inventor : GUIDASH ROBERT M

(30)Priority

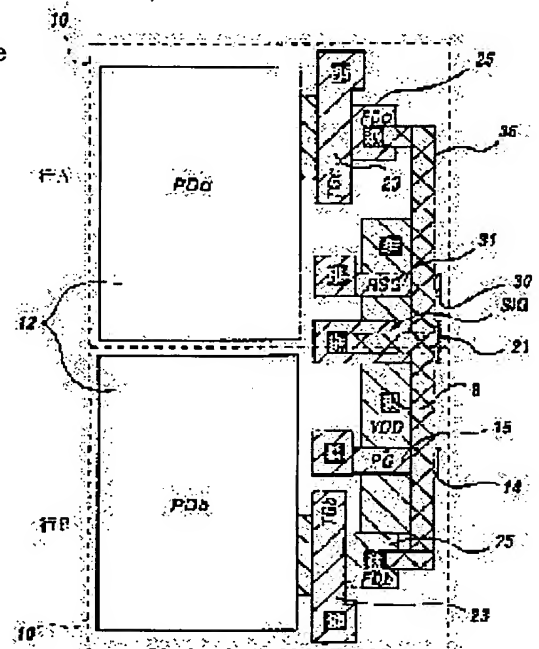
Priority number : 98 224615 Priority date : 31.12.1998 Priority country : US

(54) ACTIVE PIXEL SENSOR HAVING FLOATING DIFFUSION PROVIDED WITH WIRING AND COMMON AMPLIFIER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high filling rate of a photodiode active pixel architecture capable of executing a correlation double sampling.

SOLUTION: An image sensor having a plurality of pixels 10 arranged on continuous rows and columns consists of a semiconductor substrate having the plurality of the pixels 10 formed on the rows and columns. At least, the two pixels 10 are spacially separated from each other and the pixels 10 respectively have a voltage-charge conversion region electrically connected with a source of a single reset transistor 14. The pixels 10 holding the transistor 14 in common also holds an electrical selective function in common with an amplifier. In a preferable execution mode, the adjacent pixels are considered, but it is not needed that the pixels are immediately adjacent to each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.12.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-232216

(P2000-232216A)

(43)公開日 平成12年8月22日(2000.8.22)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード* (参考)

H 0 1 L 27/146

H 0 1 L 27/14

A

H 0 4 N 5/335

H 0 4 N 5/335

U

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-373998

(22)出願日 平成11年12月28日(1999.12.28)

(31)優先権主張番号 2 2 4 6 1 5

(32)優先日 平成10年12月31日(1998.12.31)

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー

アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ

チェスター, ステイト ストリート343

(72)発明者 ロバート エム ガイダッシュ

アメリカ合衆国, ニューヨーク 14618,

ロチェスター, アントラーズ・ドライブ
460

(74)代理人 100070150

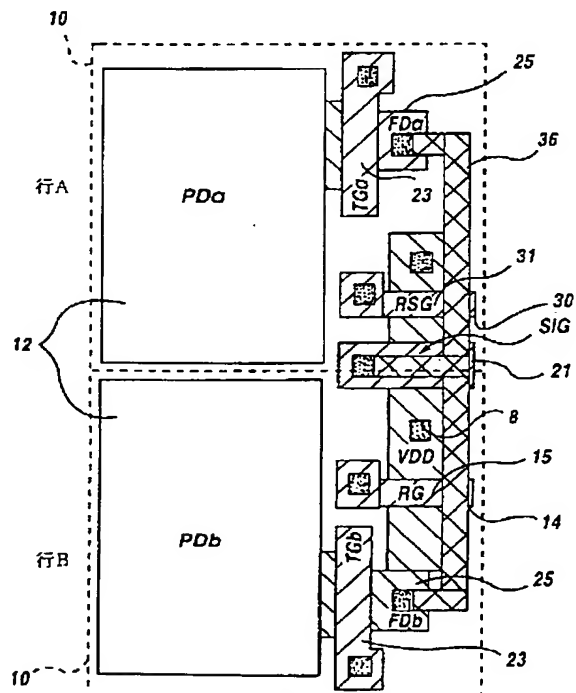
弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54)【発明の名称】 配線されたフローティングディフュージョンと共通増幅器のあるアクティブピクセルセンサ

(57)【要約】

【課題】 本発明は、相関二重サンプリングを実行できる高充填比のフォトダイオードアクティブピクセルアーキテクチャを提供する。

【解決手段】 一連の行及び列に配された複数のピクセルを有する画像センサは、行及び列で形成された複数のピクセルを有する半導体基板から成る。少なくとも2つのピクセルの夫々は相互に空間的に分離され、単一のリセットトランジスタのソースに電気的に接続された電圧-電荷変換領域を有する。リセットトランジスタを共有するピクセルは、増幅器と選択電気的機能をも共有する。好ましい実施態様は隣接ピクセルを考慮するが、すぐ隣である必要はない



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一連の行及び列に配置された複数のピクセルを有する画像センサであって、
第一の導電性タイプの半導体材料と、
電荷- 電圧変換領域が相互に空間的に分離するように、
各ピクセルが作動的に光検出器に結合した電荷- 電圧変換領域を有し、基板内に形成された少なくとも 2 つの隣接ピクセルと、
電荷- 電圧変換領域間に形成された電氣的接続とからなる画像センサ。

【請求項 2】 ピクセルに対して動作する単一のリセットトランジスタを更に有する請求項 1 記載の画像センサ。

【請求項 3】 一連の行及び列に配置された複数のピクセルを有する画像センサであって、
第一の導電性タイプの半導体材料と、
電荷- 電圧変換領域が相互に空間的に分離するように、
各ピクセルが作動的に光検出器に結合した電荷- 電圧変換領域を有し、基板内に形成された少なくとも 2 つの隣接ピクセルからなる所定のサブセットのピクセルと、
電荷- 電圧変換領域間に形成された電氣的接続とからなる画像センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は固体フォトセンサと、各ピクセルに関連したアクティブ回路素子を有するアクティブピクセルセンサ (APS) と呼ばれるイメージャとの分野に関し、より詳細には、光検出器から分離された電荷- 電圧変換領域のあるピクセルの 4 つのトランジスタ-ピクセルと、相関二重サンプリング (correlated doublesampling、CDS) とを利用する固体イメージャに関する。

【0002】

【従来の技術】 APS は固体イメージャであり、各ピクセルは光感知手段と、リセット手段と、電荷- 電圧変換手段と、行選択手段と、さらに全て又は部分的に増幅器とを具備する固体ピクセル素子を通常含む。ピクセル内に集められた光電荷は、エリック フォサム (Eric Fossum) による 1993 年 7 月の SPIE の 1900-08-8194-1133 巻での「アクティブピクセルセンサ：CCD は恐竜か？ (Active Pixel Sensors: Are CCD's Dinosaurs?)」での先行技術文献で説明されているようなピクセル内で、対応する電圧若しくは電流に変換される。APS デバイスはイメージャの各ライン又は行が選択され、イ フォサム (E. Fossum) による 1993 年 7 月の SPIE の 1900-08-8194-1133 巻での「アクティブピクセルセンサ：CCD は恐竜か？ (Active Pixel Sensors: Are CCD's Dinosaurs?)」や、R. H. Nixon, S. E. Kemeny, C. O. Staller と E. R. Fossum による SPIE のプロシーディング 2415 巻の「オンチップタイミングと、コントロールと信号チェー

ン電子工学とを有する 128x128 CMOS フォトダイオードタイプアクティブマトリックスセンサ (128x128 CMOS Photodiode-type Active Pixel Sensor with On-chip Timing, Control and Signal Chain Electronics)」、1995 年の論文 34 での「電荷結合素子と固体光学センサ V (Charge-Coupled Devices and Solid-State Optical Sensors V)」で説明された列選択信号を利用して読出されるように作動した。アクティブピクセルセンサ内での行及び列の選択は、メモリ装置でのワード及びビットの選択に類似する。ここで、全体の行の選択はワードを選択することに類似しており、アクティブピクセルセンサの一つの列からの読出しは、そのワード内で単一のビットラインを選択又はイネープリングすることに類似する。従来の先行技術でのアクティブピクセルセンサ装置では、4 つのトランジスタ設計を利用するアーキテクチャを示しており、全ての 4 つのトランジスタは夫々及びいずれかのピクセル内に含まれている。4 つのトランジスタは、通常、トランスファー、行選択、リセット及びソースフォロワ増幅器トランジスタである。このアーキテクチャは容易に CDS を実行し、低読出しノイズが得られる能力を有する APS が得られる利点があり、上記 4 T ピクセルは低い充填比 (fill factor) である。充填比は光センサに当てるピクセル面積の割合である。上記 4 つのトランジスタと関連するコンタクト領域と信号バスは各ピクセルに配置され、コンタクト領域は所望の重なりとさまざまな層の空間により、通常大きなピクセル面積を使うので、ピクセルの充填比は光検出器に利用される大きな面積のため減少する。上記部品の夫々の適当なタイミング信号への接続は、ピクセルの全体の行を横断する金属バスにより行われる。上記金属バスは光学的に不透明であり、光検出器の領域をさえぎり、ピクセルピッチに適合する。更に、このことはピクセルの充填比を減少させる。充填比を減少させることは、センサの感度及び飽和信号を低下させる。上記のことはセンサの写真スピードやダイナミックレンジ、さらに高画質を得るために重要である性能測定に悪影響を与える。

【0003】 米国特許出願番号第 08/ 808、444 号及び第 08/ 911、235 号において、Guidash は、フローティングディフュージョン、行選択トランジスタ、リセットトランジスタ及び隣接行のピクセル間のソースフォロワ入力トランジスタを共有することにより、先行技術での 4 つのトランジスタ-ピクセルの機能性を維持するピクセルアーキテクチャを開示している。上記アーキテクチャでは、単一のフローティングディフュージョン領域は、2 又は 4 つの隣接ピクセル間で共有される。上記アーキテクチャは高い充填比を提供するが、物理的に大きなフローティングディフュージョン領域を生じさせる。このことは、電荷- 電圧変換ノードの全静電容量の大部分であるフローティングディフュー

ジョンの電圧に依存する接合静電容量により、一層非線形な電荷-電圧変換が生じる。更に、各ピクセル内の光検出器の同じ配置を維持しようとする、フローティングディフュージョンとリセットトランジスタの非効率なレイアウトが招来する。非線形電荷-電圧変換は可変なカラーバランスのアーティファクトをもたらす。各ピクセル内の光検出器の同じでない配置により、別のアーティファクトが生じる。上記アーティファクトの双方とも画質に悪影響をもたらす。

【0004】典型的な先行技術でのフォトダイオード A P S ピクセルを図 1 に示す。図 1 に示すピクセルは、フォトダイオード (PD)、トランスファートランジスタ (TG)、フローティングディフュージョン (FD)、リセットゲート (RG) のあるリセットトランジスタと、行選択ゲート (RSG) のある行選択トランジスタと、ソースフォロワ入力信号トランジスタ (SIG) とからなる先行技術での 4 つのトランジスタピクセルである。上記先行技術でのピクセルの充填比は通常 25% 以下である。

【0005】Guidash により提案された別のピクセルアーキテクチャを、図 2 及び図 3 に示す。図 2 では、2 つの行隣接ピクセル、ピクセル A 及びピクセル B は、分離フォトダイオードとトランスファergeート、PDa、PDb、TGa、TGb を夫々有するが、他の全ての構成部品、FD、RG、RSG 及び SIG を共有する。図 3 では、1 及び 2 は行を、a 及び b は列を夫々表わし、4 つの行及び列隣接ピクセル、ピクセル 1a、2a、1b 及び 2b は分離 PD's と TG's、PD1a、PD2a、PD1b、PD2b、TG1a、TG2a 及び TG2b を有するが、他の全ての構成部品 FD、RG、RSG 及び SIG を共有する。この場合、行ごとに 2 つのトランスファergeートバスがあり、隣接列からの信号電荷の混合を防止している。上記アーキテクチャは、図 1 に示す先行技術でのピクセルよりは実質的に高い充填比を、つまり小さなピクセルを提供するが、前述したように、数多の欠点がある。図 2 に示す 2 つの隣接ピクセル又は図 3 に示す 4 つの隣接ピクセルのいずれかにより共有される単一のフローティングディフュージョン領域を有することにより、図 1 で得られるよりは物理的に大きなフローティングディフュージョンが生じることが分かる。更に、図 2 及び図 3 から、隣接ピクセル境界内での光検出器の配置は同じでないことは明らかである。

【0006】高い充填比を有する別のピクセルアーキテクチャと、Guidash により提案された共有増幅器ピクセルの能力のように、CDS を実行できる能力と、更に各ピクセル内の光検出器の同じ配置で、より線形である電荷-電圧変換を有するセンサが望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の点に鑑みてなされたものであり、相関二重サンプリング (CD 50

S) を実行する能力のある高い充填比のアクティブピクセルアーキテクチャを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、行と列に形成された複数のピクセルを有する半導体基板からなる一連の行及び列に配された複数のピクセルを有する画像センサにより達成される。少なくとも 2 つのピクセルの夫々は、互いに空間的に分離され、単一のリセットトランジスタのソースに電気的に接続された電圧-電荷変換領域を有する。更に、リセットトランジスタを共有するピクセルは、増幅器と選択電氣的機能を共有する。好ましい実施態様では隣接ピクセルを考慮するが、ただし、すぐ隣のピクセルである必要はない。4 つのトランジスタピクセルの機能性は維持され、単一のフローティングディフュージョン領域の必要性和、付随する電荷-電圧変換の非線形性とピクセルアレイ内の隣接光検出器配置の非対称性とを排除しながら、共有増幅器ピクセルアーキテクチャの高い充填比は維持される。

【0009】

【発明の実施の形態】図 4 及び図 5 には、本発明により考えられたアクティブピクセルセンサ (APS) の共有増幅器トランジスタピクセルのアーキテクチャの平面図を示す。図 4 及び図 5 に示す実施態様は、発明者が知るかぎりでのベストモードを示す。他の物理的実施態様は実現可能であり、後述の説明から図 4 及び図 5 に示す実施態様のさまざまな変形態様である。図 4 に示すピクセル 10 は、数多の行及び列を有するピクセルのアレイ内での単一のピクセルである。2 つの隣接ピクセルを図 4 に示し、各ピクセルで物理的に分離したフローティングディフュージョンを相互に、またソースフォロワ入力トランジスタとどのように相结合しているかを示す。図 4 に示す実施態様は 2 つの行の隣接ピクセル間に共有された増幅器のあるフォトダイオードピクセルを示す。なお、この新規なアーキテクチャはフォトゲートピクセルにも利用可能であることを指摘しておく。

【0010】図 4 から分かるように、ピクセル 10 は、フォトダイオード光検出器 12 と、トランスファergeート 23 と、フローティングディフュージョン 25 と、リセットゲート 15 のあるリセットトランジスタ 14 とソースフォロワ入力信号トランジスタ 21 (SIG) と、リセットトランジスタ 14 とソースフォロワ入力トランジスタ 21 の電圧供給 18 (VDD) と、行選択ゲート (RSG) 31 のある行選択トランジスタ 30 とからなる。図 4 に示すアーキテクチャは、フローティングディフュージョンが 2 つの行隣接ピクセルにより電氣的に共有される 2 つの物理的及び空間的に分離された分離フローティングディフュージョン領域からなる以外は、図 2 に示す先行技術での共有増幅器ピクセルのそれと同じである。図 4 では、フローティングディフュージョン 25 は相互に物理的及び空間的に分離され、導電

性インターコネクタ層 45 により相互に及びソースフォロウ入力トランジスタ 21 に電氣的に接続している。図 4 に示すように、フローティングディフュージョン 25、FD b はリセットトランジスタ 14 のソース 16 により通常占有される面積を占有するように統合される。フローティングディフュージョン 25、FD b と同じ電氣的ノードにありながら、フローティングディフュージョン 25、FD a はフローティングディフュージョン 25、FD b から空間的に分離している。したがって、フローティングディフュージョン 25、FD b と同じ電氣的ノードにありながら、フローティングディフュージョン 25、FD a はリセットトランジスタ 14 のソース 16 として働かず、一方、フローティングディフュージョン 25、FD b はリセットトランジスタ 14 のソース 16 として働く。これは図 2 に示すピクセルとは対照的であり、図 2 では 2 つのフォトダイオードとトランスファークゲートは単一のフローティングディフュージョン領域と結合している。相接続した 2 つの物理的に分離したフローティングディフュージョンを有することにより、トランスファークゲートは光電荷を同じ物理的フローティングディフュージョン領域へ移動させる必要はないので、ピクセル境界内でのフォトダイオードとトランスファークゲートの配置に制限を与えることはない。このことはピクセル境界内でのフォトダイオードの同じ配置を一層容易に可能とし、よって図 2 に示すような同じでない配置を有することによる生じる起こり得る別のアーティファクトを軽減する。フローティングディフュージョンは相互に配線され、単一の電荷-電圧変換ノードを形成するので、フローティングディフュージョン 25 は電氣的に共有される。フローティングディフュージョンは導電性層 36 により相互に接続されているので、フローティングディフュージョン 25 FD b がリセットされると、フローティングディフュージョン 25 FD a もリセットされて同じ電圧にある。

【0011】図 5 に示す実施態様は、4 つの行と列の隣接ピクセル 40 が共通の構成部品を共有している場合を示す。図 5 から分かるように、4 つのピクセル 40 はフォトダイオード光検出器 42 (PD 1 a、PD 2 a、PD 1 b、PD 2 b) と、トランスファークゲート 43 (TG 1 a、TG 2 a、TG 1 b、TG 2 b) と、フローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) と、リセットゲート 15 (RG) のあるリセットトランジスタ 14 と、ソースフォロウ入力信号トランジスタ 21 (SIG) と、リセットトランジスタ 14 とソースフォロウ入力トランジスタ 21 の電圧供給 18 (VDD) と、行選択ゲート (RSG) 31 のある行選択トランジスタ 30 とからなる。更に、図 5 に示すアーキテクチャは、フローティングディフュージョン 45 が電氣的に接続し、4 つの行及び列の隣接ピクセル 40 により共有される空間的に分離した分離フローティングディフ

ュージョン領域からなる以外は、図 3 に示す先行技術での共有増幅器ピクセルのそれと同じである。図 5 では、フローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) は相互に接続し、導電性インターコネクタ層 55 によりソースフォロウ入力トランジスタ 21 と接続した物理的に分離したアクティブエリア領域である。フローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) のいずれもリセットトランジスタ 14 のソース 16 として統合していない。代わりに、分離したアクティブエリア領域がリセットトランジスタ 14 のソース 16 として利用され、更に、この領域は導電性層 55 によりフローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) 及び SIG 21 へ接続される。

【0012】図 5 のアーキテクチャとレイアウトと図 3 (4 つのフォトダイオードとトランスファークゲートが単一のフローティングディフュージョン領域に結合している) のそれとを比較すると、フローティングディフュージョン領域の面積は図 5 より小さい。結果として、図 5 での電荷-電圧変換ノードの全静電容量はインターコネクタの静電容量のような電圧に無関係な静電容量からなる。結果として、電荷-電圧変換は入力信号範囲であまり変動しなくなる。更に、図 4 と同様に、電氣的に相接続した物理的に分離したフローティングディフュージョン領域 45 を有することにより、トランスファークゲート 43 は光電荷を単一のフローティングディフュージョン領域へ移動させる必要がないので、ピクセル境界内でのフォトダイオード 42 とトランスファークゲート 43 の配置に制限が加わらなくなる。図 5 から分かるように、このことによりピクセル境界内でのフォトダイオード 42 は同じ配置になり、図 3 に示す同じでない配置を有することにより起こり得る別のアーティファクトが軽減される。フローティングディフュージョンは互いに配線され、単一の電荷-電圧変換ノードを形成するので、フローティングディフュージョン 45 はいまだに電氣的に共有されている。リセットトランジスタ 14 のソース 16 がリセットされると、フローティングディフュージョンは導電性層 55 により相互に接続されているので、双方のフローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) はリセットされて同じ電位になる。リセットゲート 15 のスイッチが切れると、リセットトランジスタ 14 のソース 16 及びフローティングディフュージョン 45 (FD a、FD b) は一定でない (浮動している)。電荷がフォトダイオード 42 の 1 から移動すると、フローティングノードの電圧は相接続した領域の全静電容量に応じて変化する。

【0013】この新規な相接続したフローティングディフュージョン領域のコンセプトで、4 つのピクセル以上の作動構成部品を共有することが可能である。このことを図 6 に示す。この場合、行選択トランジスタ 30、リセットトランジスタ 14、及びソースフォロウ入力

トランジスタ 21 (SIG) は 8 つのピクセル 50 間で共有される。4 つの空間的に分離されたフローティングディフュージョン 46 (FDa、FDb、FDc と F D d) は相互に配線され、リセットトランジスタ 14 のソース 16 とソースフォロワ入力トランジスタ 21 のゲート 22 に電気的に接続される。更に、フローティングディフュージョン領域 46 は最小化され、各ピクセル 50 内のフォトダイオード 52 の同じ配置が達成される。より小さいピクセル面積が光検出器以外の構成部品により占有されるので、すこぶる高い充填比は効率のよい増幅器の共有で得られる。単一の行選択トランジスタ、リセットトランジスタ及びソースフォロワ入力トランジスタを共有するピクセルの数は行の数に任意に拡大する。行ごとに追加のトランスファークラークバスを有することにより、列の数を含むように拡大することも可能である。単一の組の作動構成部品を共有するピクセルの数が増えるにつれて、相互に接続したフローティングディフュージョン領域の数とインターコネクットの静電容量により、フローティングディフュージョンの静電容量は増加する。結果として、最大の許容変換静電容量、又は最小の許容変換ゲインにより増幅器セットを共有するピクセルの数に実用的に制限がある。

【0014】 前述の説明は発明者による最善の実施態様を詳細に示している。上記実施態様の変形態様は当業者には容易に明らかであろう。したがって、本発明の範囲は添付した特許請求の範囲により確定されるべきである。

【0015】

【発明の効果】 上述の如く、本発明によれば、本当の相関二重サンプリング (CDS) のあるアクティブピクセルセンサを提供する。得られた効果は高い充填比、つまり小さなピクセル、電荷-電圧変換の線形性及び各ピクセル内での同じ光検出器配置である。不利益な点は予測できない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 4 つのトランジスタのフォトダイオードアクティブピクセルセンサのピクセルでの先行技術のアーキテクチャの略平面図である。

【図 2】 アクティブピクセルセンサの先行技術での共有増幅器のフォトダイオードピクセルアーキテクチャの 2 つの隣接ピクセルの平面図である。

【図 3】 アクティブピクセルセンサの先行技術での共有増幅器のフォトダイオードピクセルアーキテクチャの 4 つの隣接ピクセルの平面図である。

【図 4】 アクティブピクセルセンサの新規な共有増幅器のフォトダイオードピクセルアーキテクチャの 4 つの隣接ピクセルの平面図である。

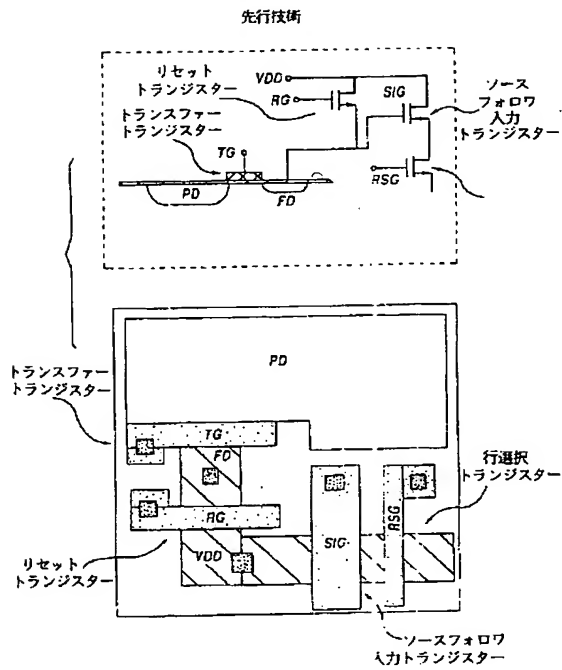
10 【図 5】 アクティブピクセルセンサの新規な共有増幅器のフォトダイオードピクセルアーキテクチャの異なる実施態様の 4 つの隣接ピクセルの平面図である。

【図 6】 アクティブピクセルセンサの新規な共有増幅器のフォトダイオードピクセルアーキテクチャの異なる実施態様の 8 つの隣接ピクセルの平面図である。

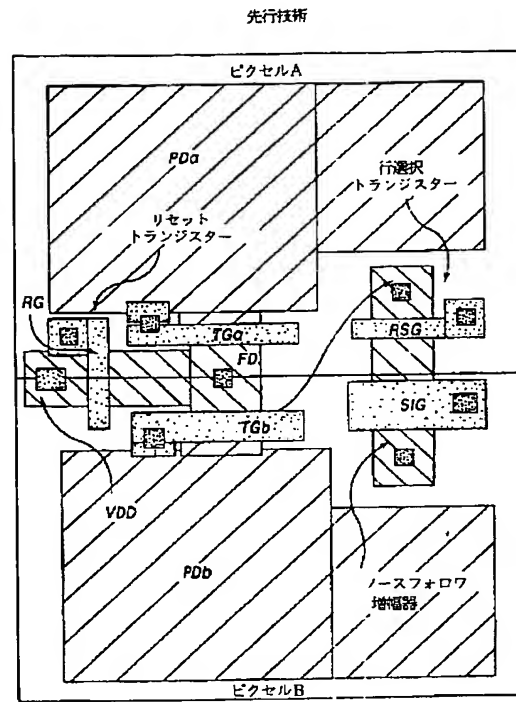
【符号の説明】

8	VDD
10	ピクセル
12	フォトダイオード
14	リセットトランジスタ
15	リセットトランジスタゲート
16	リセットトランジスタソース
21	ソースフォロワトランジスタ
22	ソースフォロワトランジスタのゲート
23	トランスファークラーク
25	フローティングディフュージョン
30	行選択トランジスタ
31	行選択ゲート
40	ピクセル
42	フォトダイオード
43	トランスファークラーク
45	フローティングディフュージョン
46	フローティングディフュージョン
50	ピクセル
53	トランスファークラーク
55	インターコネクット層
65	インターコネクット層

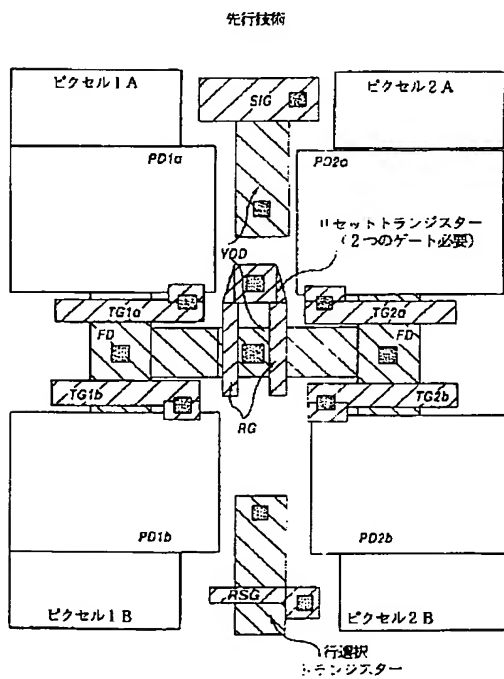
【図 1】



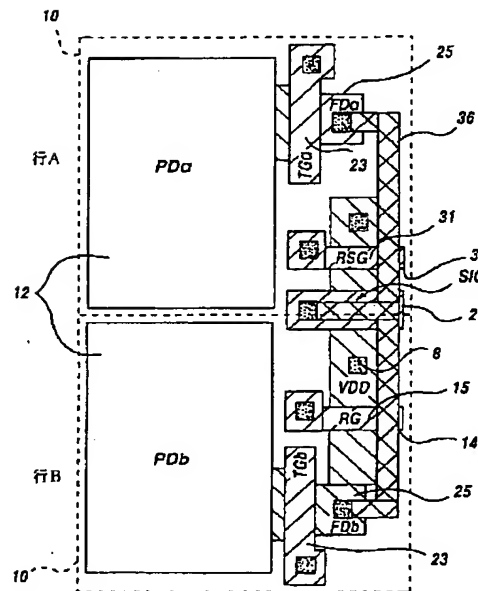
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 6】

